



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 101 14 554 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**D 04 H 1/46**  
D 04 H 1/42  
D 01 F 9/12  
D 01 F 9/08  
D 01 F 9/28  
C 08 J 5/08  
B 29 C 70/00

(43)

(21) Aktenzeichen: 101 14 554.3  
(22) Anmeldestag: 24. 3. 2001  
(43) Offenlegungstag: 26. 9. 2002

(71) Anmelder:  
Quadrant Plastic Composites AG, Lenzburg, CH  
(74) Vertreter:  
Zellentin & Partner, 67061 Ludwigshafen

(72) Erfinder:  
Dittmar, Harri, 67271 Battenberg, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Verfahren zur Herstellung eines thermoplastisch verformbaren, faserverstärkten Halbzeugs auf Basis von Polyetherimiden

(57) Die Erfindung betrifft ein kontinuierliches Verfahren zur Herstellung von thermoplastisch verformbarem Halbzeug aus einem Polyetherimid und Verstärkungsfasern. Es umfaßt folgende Schritte:  
A. PEI-Fasern und Verstärkungsfasern werden trocken zu einem Mischvlies vermischt,  
B. das Mischvlies wird durch Nadeln verfestigt,  
C. das verfestigte Mischvlies wird erwärmt und  
D. zum Halbzeug verpreßt.

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines thermoplastisch verformbaren, faserverstärkten Halbzeugs aus einem Mischvlies, welches Polyetherimid-(PEI-) Fasern und Verstärkungsfasern enthält.

[0002] Thermoplastisch verformbare Halbzeuge, welche Verstärkungsfasern, insbesondere Glasmatten enthalten, werden in zunehmendem Maße zur Herstellung von Formteilen insbesondere für Kraftfahrzeugteile eingesetzt. Derartige "Kunststoffbleche" zeichnen sich durch hohe Zähigkeit und Festigkeit aus. Diese GMT-Halbzeuge werden in großtechnischem Maßstab hergestellt durch Zusammenführen von Endlos-Glasmatten und Thermoplast-Schmelzebahnen auf einer Doppelbandpresse. Diese Arbeitsweise erfordert jedoch einen hohen Energieaufwand, da die zähflüssige Schmelze in die Matte eingepreßt werden muß. Da die Glasmatten im allgemeinen aus Faserbündeln aufgebaut sind, ist die Tränkung nie ganz vollständig und gleichmäßig, so daß mikroskopisch inhomogene Bereiche auftreten, was zu hohen Standardabweichungen in den mechanischen Eigenschaften führt. Da PEI-Schmelzen besonders zähviskos sind, können entsprechende Halbzeuge nach dem GMT-Verfahren in der Praxis nicht hergestellt werden.

[0003] Ein anderes, technisch angewandtes Verfahren lehnt sich an die Papierherstellung an. Thermoplastfasern und Verstärkungsfasern werden als wässrige Aufschlämzung miteinander vermischt, die Aufschlämzung wird abgepreßt und das erhaltene Mischvlies wird getrocknet und heiß verpreßt. Hier muß mit großen Mengen Wasser hantiert werden und das mit Hilfsmitteln verunreinigte Abwasser muß gereinigt werden. Außerdem können hier nur verhältnismäßig kurze Fasern mit einer maximalen Länge von 2,5 cm eingesetzt werden, was unzureichende mechanische Eigenschaften zur Folge hat.

[0004] In der DE-A 36 14 533 ist ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus thermoplastischen Kunststoffen, die eine Verstärkungsanlage enthalten, beschrieben. Dabei wird in Anlehnung an die Textilfertigungstechnologie ein Mischvlies aus Thermoplastfasern und Verstärkungsfasern nach dem Krempe- oder Airlay-Verfahren hergestellt und z. B. durch Nadeln verfestigt. Zuschnitte aus diesem Mischvlies werden erwärmt und direkt, ohne vorheriges Konsolidieren, zu dreidimensionalen Formkörpern verpreßt. Eine vollständige Durchtränkung ist hierbei, vor allem bei kompliziert geformten Bauteilen, jedoch kaum möglich, so daß die mechanischen Eigenschaften der Formteile zu wünschen übrig lassen. Thermoplastfasern aus PEI sind nicht erwähnt.

[0005] Die Herstellung eines konsolidierten Halbzeugs mit einer Dicke von 1,25 bis 2,5 mm ist in US-A 4,948,661 beschrieben. Zunächst wird in einem Trockenverfahren ein Mischvlies aus Thermoplastfasern und Verstärkungsfasern hergestellt. Dieses Mischvlies wird jedoch nicht vernadelt, sondern wellenförmig zusammengefaltet und direkt durch Heißverpressen zum Halbzeug konsolidiert. Infolge der fehlenden Verfestigung des Mischvlieses ist das Konsolidieren in der Praxis problemlos nur diskontinuierlich möglich. Ein kontinuierliches Konsolidieren auf einer Doppelbandpresse wird zwar auch erwähnt, dies ist aber – wie oben ausgeführt – bei PEI nicht durchführbar.

[0006] Schließlich beschreibt die EP-A 555 345 ein luftdurchlässiges Fasergebilde aus einem naß oder trocken hergestellten Mischvlies aus Thermoplastfasern und Verstärkungsfasern. Dieses nicht vernadelte Mischvlies wird durch vorsichtiges Anschmelzen der Thermoplastfasern teilverfestigt, indem diese sich an den Kreuzungsstellen mit den Verstärkungsfasern verbinden. Eine kontinuierliche Herstellung

des Fasergebildes ist nicht beschrieben. Das Verfahren hat darüber hinaus den Nachteil, daß die nicht benetzten Verstärkungsfasern bei der Lagerung korrodieren können, außerdem ist auch hier bei der Formkörperherstellung eine vollständige Durchtränkung schwierig. Auch hier sind PEI-Verstärkungsfasern nicht erwähnt.

[0007] Polyetherimide sind thermoplastische Kunststoffe auf Basis von Phthalimid und Bisphenol A. Sie zeichnen sich vor allem durch eine hervorragende Wärmeformbeständigkeit auch noch bei Temperaturen von etwa 200 bis 220°C aus, daneben zeigen sie eine hohe Festigkeit und Dimensionsstabilität sowie ein günstiges Brandverhalten. Sie sind ausführlich im Kunststoff-Handbuch von Becker/Braun, Band 3/3, Carl-Hanser-Verlag, Seiten 297–335 beschrieben. Ein entsprechendes Handelsprodukt ist ULTEM der Fa. General Electric Plastics.

[0008] Der Erfindung lag nun die Aufgabe zugrunde, ein kontinuierliches Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs aus PEI und Verstärkungsfasern zu entwickeln, das zu Fertigteilen umformbar ist, welche hervorragende, gut reproduzierbare mechanische Eigenschaften aufweisen. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Halbzeugs, welches zu Fertigteilen mit hoher Wärmeformbeständigkeit, Festigkeit und Dimensionsstabilität sowie günstigem Brandverhalten verarbeitbar ist. Diese Aufgaben werden durch das erfindungsgemäße Verfahren gelöst. Dieses umfaßt folgende Verfahrensschritte:

A. PEI-Fasern und individuelle, nicht gebundene synthetische Verstärkungsfasern werden nach dem Krempe- oder Airlay-Verfahren trocken miteinander vermischt. Neben reinen PEI-Fasern können auch Mischungen mit untergeordneten Mengen anderer Thermoplastfasern, z. B. aus Polycarbonat, sowie Fasern aus entsprechenden Polymermischungen eingesetzt werden. Die Fasern lassen sich auf bekannte Weise durch Verspinnen der Thermoplastschmelzen oder -lösungen herstellen. Die PEI-Fasern weisen im allgemeinen eine mittlere Länge von 10 bis 200 mm auf.

Als Verstärkungsfasern können Glasfasern, sowie Kohlenstofffasern und Aramidfasern eingesetzt werden. Die beiden letztgenannten Fasern ergeben Fertigteile mit besonders hoher Steifigkeit bzw. Festigkeit. Die eingesetzten Verstärkungsfasern weisen im allgemeinen eine mittlere Länge von 30 bis 300 mm, vorzugsweise von mehr als 50 mm, auf. Damit sie gut mit den PEI-Fasern mischbar sind, müssen sie als individuelle, nicht gebundene Fasern vorliegen, d. h. sie dürfen nicht mit polymeren Bindemitteln gebunden sein. Die PEI-Fasern und Verstärkungsfasern werden im Gewichtsverhältnis 10 : 90 bis 80 : 20, vorzugsweise 25 : 75 bis 55 : 45, nach dem Krempe- oder Airlay-Verfahren, wie sie aus der Textiltechnologie bekannt sind, trocken miteinander vermischt. Dabei entsteht ein als endlose Bahn vorliegendes Mischvlies.

B. Das erhaltene Mischvlies wird durch Nadeln verfestigt. Dies kann auf üblichen Nadelstühlen mit Filznadeln geschehen. Durch das Nadeln werden einerseits die Verstärkungsfasern etwas gebrochen, so daß die mittlere Faserlänge reduziert wird; andererseits werden einzelne Fasern durch das Vlies hindurchgezogen, so daß sie senkrecht zur Hauptfläche ausgerichtet werden und im Fertigteil in dieser Richtung verstärkend wirken können.

Außerdem bewirken diese senkrecht gerichteten Fasern, daß das Halbzeug beim Aufheizen in z-Richtung expandiert. Dieser sogenannte "Loft" kann zur Herstellung von Leichtbauteilen durch Teilkonsolidieren aus-

genützt werden. Schließlich wird durch das erfindungsgemäß Nadeln das Mischvlies verfestigt, so daß es in den nachfolgenden Verfahrensschritten problemlos handhabbar ist.

Bei einer speziellen Ausführungsform der Erfindung wird das genadelte Mischvlies in einer Richtung verstrekt. Dadurch sind auch im Fertigteil die Verstärkungsfasern in dieser Richtung ausgerichtet und bewirken so ein besonders hohes mechanisches Niveau in dieser Richtung.

C. Das verfestigte Mischvlies wird in einem Kontakt- oder einem Umluftofen oder durch IR-Bestrahlung auf Temperaturen oberhalb der Erweichungstemperatur des PEI erwärmt. Vorzugsweise sollte die Temperatur 20 bis 60°C oberhalb der Erweichungstemperatur liegen; bevorzugt liegt sie zwischen 380 und 420°C, insbesondere zwischen 390 und 410°C.

D. Unmittelbar anschließend wird das erwärmte Mischvlies auf einem Kalander, in einem Glättwerk oder in einer Kaschiereinrichtung verpreßt. Dabei werden vorzugsweise Drücke zwischen 1 und 10 bar angewandt. Das entstandene flächige Halbzeug weist erfindungsgemäß eine Dicke von 0,2 bis 4,0 mm, vorzugsweise von 0,5 bis 3,0 mm auf. Die mittlere Länge der Verstärkungsfasern im fertigen Halbzeug beträgt 20 bis 200 mm, vorzugsweise sind die Fasern im Mittel mehr als 40 mm lang.

E. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden beim Verpressen ein- oder beidseitig Funktionsschichten an das erwärmte Mischvlies herangeführt und mitverpreßt. Dies können Dekorschichten, dünne Faservliese, Thermoplastfolien oder Stoffbahnen sein. Grundsätzlich können die Funktionsschichten auch erst bei der Formteilherstellung aufgebracht werden.

[0009] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein thermoplastisch verformbares Halbzeug einer Dicke von 0,2 bis 4,0 mm aus 10 bis 80 Gew.-% PEI und 90 bis 20 Gew.-% Verstärkungsfasern einer Länge von 40 bis 200 mm, in denen das PEI und die Verstärkungsfasern homogen miteinander vermischt sind. Das Merkmal "homogen miteinander vermischt" bedeutet, daß an einem Schliffbild des Halbzeugs bei mikroskopischer Betrachtung bei einer Vergrößerung von 1 : 100 keine inhomogenen Bereiche (Ansammlungen von Verstärkungsfasern als Faserbündel) sichtbar sein dürfen, die Fasern müssen vielmehr als Einzelfilamente erkennbar sein.

[0010] Die EP-A 654 341 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs, bei dem in einem Extruder Thermoplastschmelze und Verstärkungsfasern einer Länge von 13 bis 100 mm derart schonend vermischt werden, daß nur ein geringer Faserbruch stattfindet, und die Mischung dann durch eine Breitschlitzdüse ausgepreßt wird. Bevorzugter Thermoplast ist Polypropylen; neben einer Vielzahl anderer Thermoplasten sind auch PEI genannt. Versucht man, dieses Verfahren bei PEI in die Praxis umzusetzen, so stellt man einen sehr starken Faserbruch fest, d. h. die Fasern werden auf Längen unterhalb von 40 mm zerkleinert. Dies röhrt wohl daher, daß bei den notwendigen hohen Temperaturen um 400°C bei Zugabe der Glasfasern in den Extruder die Viskosität der Schmelze so hoch wird, daß auch bei verhältnismäßig geringer Scherwirkung der Extruderschnecke Faserbruch stattfindet.

[0011] Das erfindungsgemäß Halbzeug kann in kunden-spezifische Zuschnitte vereinzelt und gestapelt werden; dünneres Halbzeug kann auch aufgerollt und so gelagert werden. Es kann dann zu dreidimensionalen Fertigteilen ther-

moplastisch verformt werden. Dazu werden entsprechende Zuschnitte auf Temperaturen oberhalb der Erweichungstemperatur des PEI erwärmt und in üblichen zweiteiligen Formen verpreßt oder durch Tiefziehen verformt. Die Fertigteile sind im Transportsektor als Automobil-, Eisenbahn- und Flugzeuginnenteile, sowie als Karosserieteile verwendbar, insbesondere dort, wo hohe Anforderungen an Wärmeformbeständigkeit und Dimensionsstabilität gestellt werden. Ein besonders wichtiges Anwendungsbereich sind Flugzeuginnenteile, wo es im Brandfall auf geringe Rauchgasdichte und niedrige Toxizität der Brandgase ankommt.

#### Patentansprüche

1. Kontinuierliches Verfahren zur Herstellung eines thermoplastisch verformbaren Halbzeugs einer Dicke von 0,2 bis 4,0 mm aus 10 bis 80 Gew.-% eines Polyetherimids (PEI) und 90 bis 20 Gew.-% Verstärkungsfasern einer mittleren Länge von 20 bis 200 mm durch folgende Verfahrensschritte:

A. PEI-Fasern und individuelle, nicht gebundene synthetische Verstärkungsfasern werden nach dem Airlay- oder Krempelverfahren trocken miteinander zu einer endlosen Bahn vermischt,

B. das erhaltene Mischvlies wird durch Nadeln verfestigt,

C. das verfestigte Mischvlies wird in einem Kontakt- oder einem Umluftofen oder durch Infrarot-Bestrahlung auf Temperaturen oberhalb der Erweichungstemperatur des PEI erwärmt,

D. anschließend wird das erwärmte Mischvlies auf einem Kalander, in einem Glättwerk oder in einer Kaschiereinrichtung zum Halbzeug verpreßt,

E. gegebenenfalls werden gleichzeitig oder anschließend Funktionsschichten auf das Halbzeug aufgepreßt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern Glasfasern, Kohlenstofffasern oder Aramidfasern sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genadelte Mischvlies in einer Richtung verstrekt wird.

4. Thermoplastisch verformbares Halbzeug einer Dicke von 0,2 bis 4,0 mm aus 10 bis 80 Gew.-% PEI und 90 bis 20 Gew.-% Verstärkungsfasern einer mittleren Länge von 40 bis 200 mm, dadurch gekennzeichnet, daß Verstärkungsfasern und PEI homogen miteinander vermischt sind.

5. Verwendung des Halbzeugs nach Anspruch 4 zur Herstellung von dreidimensionalen Fertigteilen durch Heißumformen in einer Presse.

6. Verwendung des Halbzeugs nach Anspruch 5 zur Herstellung von Fertigteilen für die Luft- und Raumfahrt.

**- Leerseite -**